



**SEMINAR NASIONAL
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR
Surabaya, 25 Nopember 2009
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN "Veteran" Jawa Timur**

APLIKASI ROTARY BIOLOGICAL CONTACTOR UNTUK MENURUNKAN POLUTAN LIMBAH CAIR DOMESTIK RUMAH SUSUN WONOREJO SURABAYA

Yayok Suryo P.,MS

ABSTRACT

Domestic wastewater is waste dominant contaminate besides industrial disposal. Domestic wastewater produce organic compound that can be low water quality. Besides, domestic wastewater contains high total solid causing turbidity and decrease penetration of sunlight for organism photosynthetic. So that needs processing that can be removed by reactor Rotary Biological Contactor (RBC) for standard environment.

RBC a reactor that consists of several discs rotates with certain rotation speed. At the discs rotate, part of the discs removes the organic material from wastewater. At the discs contact with the air biomass adsorbs oxygen so that reached aerobic condition. As factor condition that used are flow rate that is 247, 280, 323, 382, 467 ml/minute and recirculation ratio 0.25; 0.50; 0.75; 1.00 and 1.25 by using BOD removal. The best result that is got from this study that is in flow rate 247 ml/minute with recirculation ratio 0.75 that remove BOD as big as 89.63 %.

Key word : Domestic wastewater, RBC

RINGKASAN

Limbah cair domestik merupakan limbah yang paling dominan mencemari lingkungan selain limbah industri. Limbah tersebut menghasilkan senyawa organik yang dapat menurunkan kualitas air. Selain itu, limbah cair domestik mengandung padatan terlarut yang tinggi sehingga menimbulkan kekeruhan dan mengurangi penetrasi cahaya matahari bagi organisme fotosintetik. Sehingga diperlukan pengolahan agar memenuhi standar lingkungan yaitu dengan reaktor *Rotary Biological Contactor* (RBC).

RBC adalah suatu reaktor yang terdiri dari beberapa cakram yang berputar dengan kecepatan rotasi tertentu. Pada saat berputar sebagian cakram yang terendam dalam limbah cair akan menguraikan zat organik yang terlarut dalam limbah cair. Pada saat kontak dengan udara biomassa akan mengadsorb oksigen sehingga tercapai kondisi aerobik. Sebagai peubah yang digunakan adalah debit aliran (ml/menit) yaitu 247, 280, 323, 382, 467 ml/menit dan rasio resirkulasi 0.25; 0.50; 0.75; 1.00 dan 1.25 dengan menggunakan parameter uji BOD. Hasil terbaik yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pada debit aliran 247 ml/menit dengan rasio resirkulasi 0.75 yang menghasilkan penyisihan BOD sebesar 89.63 %.

Kata Kunci : limbah cair domestik, RBC

PENDAHULUAN

Limbah cair domestik adalah limbah cair yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Dengan demikian tidak hanya limbah industri yang dapat menyebabkan pencemaran, limbah domestik juga dapat menyebabkan pencemaran. Limbah domestik memiliki beban pencemar yang tinggi terutama pada dua jenis limbah cair yaitu deterjen dan tinja.

Hasil pengamatan awal yang diperoleh, diketahui bahwa rumah susun Wonorejo Surabaya tidak mempunyai lahan yang cukup luas untuk membangun instalasi pengolahan limbah cair domestik konvensional dan langsung membuang limbah ke kali Wonorejo, sehingga dari hasil analisa di laboratorium ternyata beban cemarannya melebihi ambang baku mutu yang sudah ditetapkan (SK Gubernur No.45 Tahun 2002). Masalah ini jika tidak ditangani secara seksama akan menyebabkan pencemaran lingkungan, karena dari limbah cair domestik ini dapat dijumpai berbagai bahan organik yang larut dalam air dan sukar mengalami penguraian dan pembusukan secara alami. Dampak pencemaran dapat meliputi gangguan terhadap kesehatan manusia, secara langsung maupun tidak langsung dapat mengancam manusia melalui kecacatan, kesakitan dan kematian; penurunan keseimbangan ekologi dan berkurangnya estetika keindahan alam karena setiap cemar limbah cair domestik senantiasa diikuti dengan perubahan kimia dan fisika sehingga air sungai menjadi keruh, berbau dan berwarna hitam/gelap.



SEMINAR NASIONAL

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR

Surabaya, 25 Nopember 2009

Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN "Veteran" Jawa Timur

Tabel 1. Parameter Cemar Limbah Domestik Rusun Wonorejo Surabaya.

Parameter	Satuan	SK Gubernur No.45 Tahun 2002.	Buangan limbah Rusun Wonorejo
BOD	mg/l	50	148
TSS	mg / l	200	124
pH	-	6 – 9	9
Minyak dan Lemak	mg / l	5	< 0.5

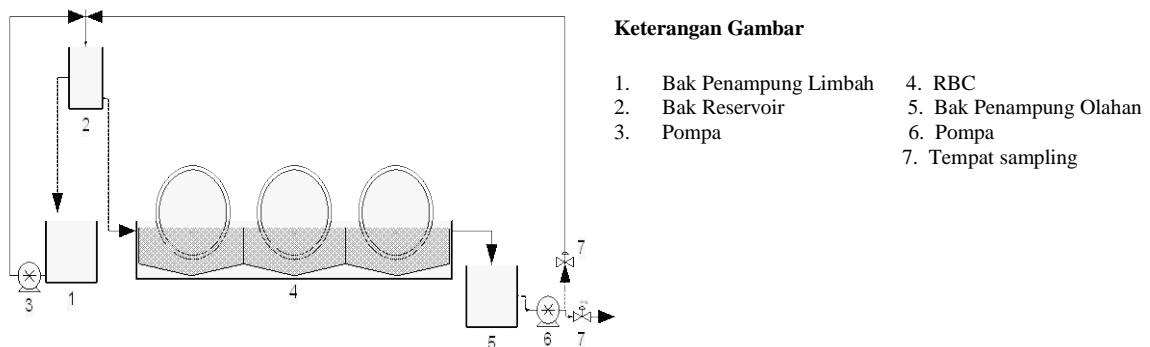
Sebagai upaya untuk melestarikan fungsi ekosistem air yang merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya maka perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperlihatkan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis.

Pengendalian pencemaran dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain menggunakan teknologi pengolahan limbah, perbaikan teknologi proses produksi, daur ulang, reuse, recovery dan juga penghematan bahan baku dan energi. Teknologi pengolahan limbah cair domestik dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu secara fisika, kimia dan biologi. Mengingat limbah cair domestik Rusun Wonorejo tidak memiliki kandungan organik dan TSS yang tinggi maka limbah tersebut dapat diturunkan dengan menggunakan proses biologi secara aerob. Banyak proses biologi yang dapat digunakan dalam mendegradasi bahan organik tersebut, salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi *Rotary Biological Contactor (RBC)*. Reaktor tersebut mempunyai prinsip yang berbeda dengan pengolahan biologi yang lainnya, yaitu dengan pertumbuhan bakteri yang menempel pada media. RBC merupakan jawaban terhadap berbagai kelemahan dari sistem pengolahan limbah biologi lainnya yang selama ini dipakai, terutama dalam hal rendahnya energi yang dibutuhkan, mudah dalam perawatan dan pengoperasian, tidak membutuhkan lahan yang luas dan tahan terhadap perubahan beban mendadak serta mempunyai kinerja proses yang tinggi

Tujuan penelitian adalah untuk menurunkan polutan organik yang ada di limbah cair domestik Rumah Susun Wonorejo Surabaya dengan menggunakan *Rotary Biological Contactor (RBC)*

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan secara kontinyu dan dilakukan dengan dua tahap proses, yaitu tahap persiapan dan tahap utama. Tahap persiapan ini meliputi proses seeding dan aklimatisasi. Tahap ini dilakukan agar reaktor siap digunakan untuk penyisihan beban organik, yaitu meliputi : Mengisi reaktor RBC dengan limbah domestik, kemudian menggerakkan cakram hingga bakteri mulai tumbuh kurang lebih selama 2 minggu. Apabila lapisan lendir tersebut telah tumbuh dan menutupi semua area permukaan media maka reaktor RBC siap digunakan untuk proses penyisihan beban organik. Selanjutnya setelah pertumbuhan bakteri lekat ini sempurna dilanjutkan dengan tahap utama dengan menggunakan variasi debit 247, 280, 323, 382 dan 467 ml/menit. dan rasio resirkulasi sebesar 0.25; 0.50; 0.75; 1.00 dan 1.25. Parameter yang diamati adalah kandungan bahan organik (BOD).



Gambar 2. Rangkaian Peralatan Penelitian.

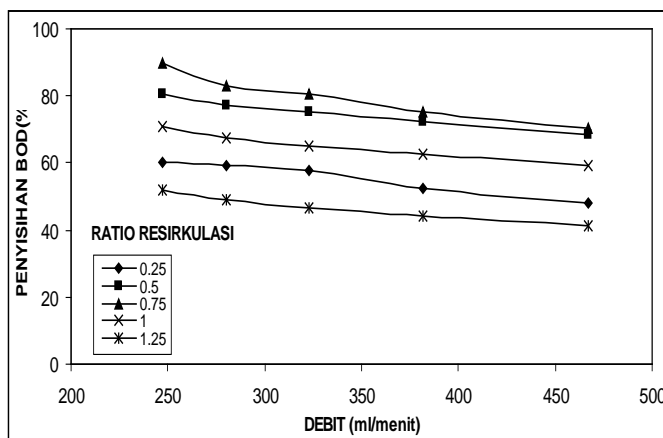


HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban pencemar yang terdapat dalam limbah cair domestik yang berasal rumah susun Wonorejo Surabaya. Sebelum dilakukan penelitian, limbah cair dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui kadar cemarannya. Data analisa awal limbah cair Rumah Susun Wonorejo dapat dilihat seperti pada Tabel 1. Limbah cair tersebut diolah dengan proses biologi, yaitu menggunakan reaktor *Rotary Biological Contactor* yang dioperasikan dengan menggunakan variasi debit aliran dan rasio resirkulasi. Kemampuan penyisihan BOD dengan menggunakan variasi debit dan rasio resirkulasi dapat ditunjukkan pada pembahasan dibawah ini.

Tabel 2. Pengaruh Debit dan Rasio Resirkulasi Terhadap Persen (%) Penyisihan BOD

DEBIT (ml/menit)	RATIO RESIRKULASI				
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
467	47.90	68.64	70.20	59.00	41.30
382	52.30	72.50	75.20	62.50	43.96
323	57.60	75.19	80.74	64.93	46.57
280	59.00	77.41	83.15	67.40	49.10
247	60.20	80.74	89.63	70.90	51.70



Gambar 3. Hubungan Antara Penyisihan BOD (%) dengan Debit Limbah (ml/menit) pada berbagai Ratio Resirkulasi (ml/menit)

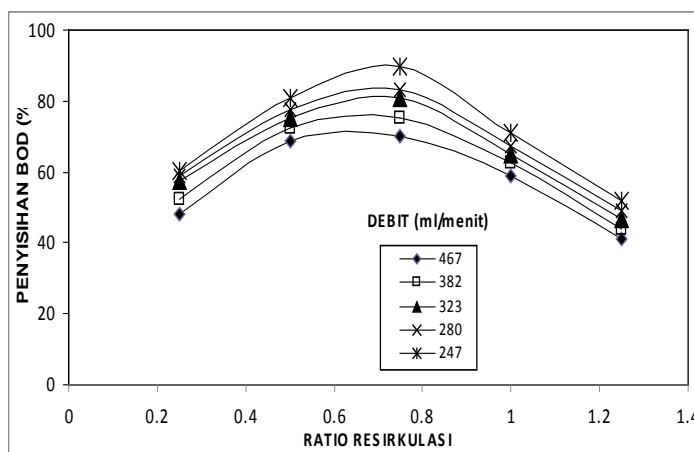
Dari **Gambar 3** dapat dilihat pengaruh debit terhadap persen penyisihan BOD limbah cair rumah susun Wonorejo dengan menggunakan RBC. Persen penyisihan BOD limbah cair Rumah Susun Wonorejo yang terbesar adalah pada rasio resirkulasi 0.75. Menurut *Metcalf and Eddy* (2004), reaktor RBC dapat memberikan persen penyisihan BOD sebesar 90 %. Sedangkan pada debit 247 ml/menit dengan rasio resirkulasi yang sama yaitu 0.75 memberikan hasil penurunan yang paling besar terhadap penyisihan BOD yaitu sebesar 89.63 %. Hal ini dikarenakan faktor udara yang kurang memadai, mengingat penelitian dilakukan di dalam ruangan. Udara dalam ruangan tersebut tidak dapat mendesak masuk dalam limbah cair sehingga proses transfer oksigen tidak berjalan maksimal. Apabila debit ditambahkan menjadi 280 ml/menit, 323 ml/menit, 382 ml/menit dan 467 ml/menit dengan rasio resirkulasi yang sama yaitu 0.75, maka persen penyisihan BOD mengalami penurunan.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah debit yang diberikan maka kemampuan penyisihan BOD semakin meningkat. Debit aliran yang rendah menunjukkan semakin lama waktu tinggal limbah cair di dalam reaktor RBC, sehingga kemampuan penyisihan BOD oleh bakteri semakin meningkat, karena terjadi kontak



SEMINAR NASIONAL
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR
Surabaya, 25 Nopember 2009
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur

yang lama antara limbah cair dengan bakteri yang menempel pada biofilm yang ada. Mekanisme kontak tersebut dapat ditunjukkan pada transfer oksigen pada limbah cair dan lapisan film atau lendir yang menempel pada permukaan cakram. Pada saat cakram berputar sebagian biomassa yang terendam limbah cair akan menguraikan zat organik yang terlarut dalam limbah cair sekaligus akan kontak dengan oksigen terlarut yang berada dalam limbah cair. Sedangkan pada saat cakram kontak dengan udara, biomassa akan mendapatkan transfer oksigen bebas yang ada di udara. Lapisan biofilm yang telah kontak dengan oksigen akan masuk ke dalam limbah cair dan akan mengembalikan cairan yang tinggi oksigen ke dalam reaktor, sehingga akan menambah sirkulasi oksigen terlarut di dalam limbah cair dan akan menjaga konsentrasi oksigen terlarut menjadi relatif seragam dalam limbah cair. Peristiwa tersebut menyebabkan semakin bertambah tebal lapisan lendir pada permukaan media, maka penyisihan BOD semakin besar pula. Pada waktu tinggal yang singkat bakteri belum secara penuh melakukan aktifitasnya, maka kesempatan bakteri untuk mengambil substrat kurang berjalan dengan baik sehingga kemampuan bakteri dalam penyisihan BOD belum terserap dengan baik pula. Dengan bertambahnya waktu tinggal limbah cair dalam reaktor proses akan memberikan kesempatan pada bakteri untuk mendegradasi beban organik pada limbah cair dalam jumlah yang besar. Sehingga kemampuan reaktor RBC dalam melakukan penyisihan BOD akan bertambah besar pula seiring dengan bertambahnya waktu tinggal limbah dalam proses.



Gambar 4. Hubungan Penyisihan BOD (%) dengan Rasio Resirkulasi Pada Berbagai Antara Debit Limbah (ml/menit)

Dari **Gambar 4.** di atas dapat dilihat bahwa persen penyisihan BOD limbah cair Rumah Susun Wonorejo yang terbesar terletak pada rasio resirkulasi 0.75 dengan debit 247 ml/menit, yaitu sebesar 89.63 %. Seperti yang terlihat pada gambar di atas, pada rasio resirkulasi 0.25, 0.50 dan 0.75 dengan debit yang sama yaitu 247 ml/menit persen penyisihan BOD limbah cair Rumah Susun Wonorejo mengalami kenaikan sebesar 60.20 %, 80.74 % dan 89.63 %. Kemudian pada rasio resirkulasi 1.00 dan 1.25 persen penyisihan BOD limbah cair Rumah Susun Wonorejo mengalami penurunan menjadi 70.90 % dan 51.70 %.

Pada rasio resirkulasi 0.25, 0.50 dan 0.75 terjadi kenaikan persen penyisihan BOD limbah cair. Hal ini dikarenakan pada rasio resirkulasi yang kecil debit yang dikembalikan juga relatif rendah maka semakin kecil debit yang dikembalikan semakin lama waktu tinggal limbah cair dalam reaktor RBC, sehingga kemampuan penyisihan BOD oleh bakteri semakin meningkat, karena terjadi kontak yang lama antara limbah cair dengan bakteri yang menempel pada biofilm yang ada. Mekanisme kontak tersebut dapat ditunjukkan pada transfer oksigen pada limbah cair dan lapisan film atau lendir yang menempel pada permukaan cakram. Oksigen yang berada di udara terdifusi masuk ke air limbah pada saat cakram berada di atas. Kemudian oksigen yang telah terdifusi atau masuk ke dalam air limbah dimanfaatkan bakteri untuk mendegradasi beban organik. Peristiwa tersebut menyebabkan semakin bertambah tebal lapisan lendir pada permukaan media, maka penyisihan BOD semakin besar pula. Pengembalian debit (resirkulasi) limbah cair yang relatif kecil dan waktu tinggal yang



**SEMINAR NASIONAL
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PENGEMBANGAN
INDUSTRI PANGAN, KIMIA DAN MANUFAKTUR
Surabaya, 25 November 2009
Diselenggarakan Oleh Fak Teknik Industri & LPPM UPN “Veteran” Jawa Timur**

semakin lama, kesempatan bakteri untuk mendegradasi beban organik pada limbah cair semakin besar karena bakteri mendegradasi beban organik secara berulang dalam waktu yang lama.

Sedangkan pada rasio resirkulasi 1.00 dan 1.25 kemampuan penyisihan BOD mengalami penurunan karena dengan adanya penambahan debit yang semakin besar menyebabkan kondisi bakteri menjadi tidak stabil. Dengan bertambahnya debit yang semakin besar maka waktu tinggal limbah cair di dalam reaktor RBC semakin pendek, karena kontak antara bakteri sehingga kesempatan bakteri untuk mendegradasi beban organik dalam limbah cair menjadi semakin singkat, akibatnya peran bakteri dalam penyisihan BOD juga akan menurun

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap limbah Domestik cair rumah susun Wonorejo dapat diambil kesimpulan bahwa Rotary Biological Contactor dapat diaplikasikan sebagai Teknologi Tepat Guna untuk mengolah limbah Domestik Rumah Susun Wonorejo. Adapun hasil yang diperoleh seperti pada tabel dibawah ini.

Parameter	Satuan	SK Gubernur No.45 Tahun 2002.	Buangan limbah Rusun Wonorejo	Hasil Olahan dengan Rotary Biological Contactor
BOD	mg/l	50	148	16,8
TSS	mg / l	200	124	34,2
pH	-	6 – 9	9	7,5
Minyak dan Lemak	mg / l	5	< 0.5	1,6

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., dan Santika, S.S, 1987, "*Metoda Penelitian Air*", Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim, 2002, "*Teknologi Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah atau Limbah Perkotaan*", Forum Kominikasi Mahasiswa Teknologi Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah atau Limbah Perkotaan, Magister Sistem Teknik UGM, Jogjakarta.
- Anonim, 2007, "*Rotating Biological Contactor*", the free encyclopedia, Wikipedia.
- Fakhrizal, 2004, "*Mewaspada Bahaya Limbah Domestik di Kali Mas*", Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah.
- Grady, L.C.P., and Lim, C.H., 1980, "*Biological Wastewater Treatment*", Pollution Engineering and Technology, New York.
- Indriasari, Anindita, R.R., 2007, "*Pengolahan Air Limbah Septic Tank Rumah Susun Menggunakan Rotary Biological Contactor (RBC) Skala Laboratorium*", Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Jamilah, I.T., 2003, "*Biofilm Sebagai Mikrolingkungan Bakteri yang Unik*", Makalah Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002, "*Baku Mutu Limbah Cair Industri dan Kegiatan Usaha Lainnya*", Badan Pengendalian Hidup, Surabaya.
- Marsono, B.D., 1996, "*Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis*", Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Metcalf and Eddy, 2004, "*Wastewater Engineering Treatment and Reuse*", 4nd Edition, McGraw-Hill, New York.
- Pelczar, M.J. dan Chan, E.C.S., 1986, "*Dasar – Dasar Mikrobiologi*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Siregar, A.S., 2005, "*Instalasi Pengolahan Air Limbah*", Yogyakarta.